

Null point correction appts. for motor vehicle steering angle sensor - converts continuous steering angle signal into instantaneous values which are averaged by computer for derivation of correction values

Patent Number: DE4130142
Publication date: 1993-03-18
Inventor(s): ZHANG RANGQIAN DR (DE)
Applicant(s): FICHTEL & SACHS AG (DE)
Requested Patent: ☐ DE4130142
Application: DE19914130142 19910911
Priority Number(s): DE19914130142 19910911
IPC Classification: B62D15/02; G01B21/22;
EC Classification: B62D15/02, G01D5/244D
Equivalents: ☐ FR2682183

Abstract

The correction appts. (10) converts continuous steering angle values from the sensor (22) into instantaneous values. A computer derives correction values from the instantaneous values by taking the average of a number of instantaneous values and stores the correction values. The instantaneous values can be the measured values or the measured values after correction by the correction values. In a vehicle with a speed sensor, an instantaneous value is only used for average value formation when the vehicle speed exceeds a certain value.
ADVANTAGE - Enables null point correction with greater accuracy than resolution of steering angle sensor.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift
①0 DE 41 30 142 A 1

⑤1 Int. Cl.⁵:
G 01 B 21/22
G 01 P 3/00
B 62 D 15/02

②1 Aktenzeichen: P 41 30 142.0
②2 Anmeldetag: 11. 9. 91
④3 Offenlegungstag: 18. 3. 93

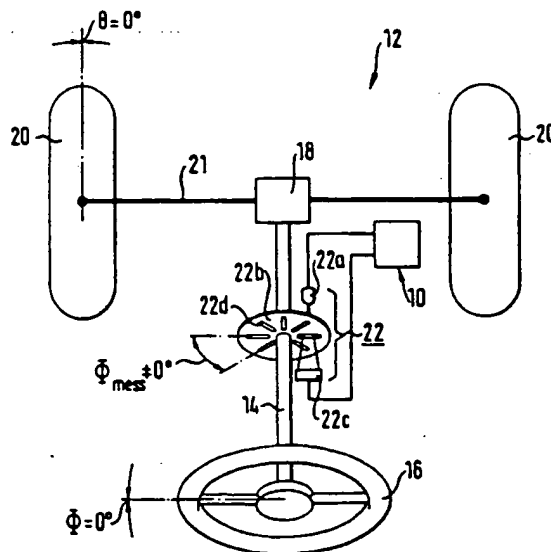
DE 41 30 142 A 1

⑦1 Anmelder:
Fichtel & Sachs AG, 8720 Schweinfurt, DE

⑦2 Erfinder:
Zhang, Rangqian, Dr., 8720 Schweinfurt, DE

⑤4 Einrichtung und Verfahren zur Bestimmung eines Korrekturwinkels für einen Lenkwinkelsensor eines Fahrzeugs

⑤7 Es wird eine Einrichtung (10) zur Ermittlung eines Korrekturwinkel-Werts zur Nullpunktskorrektur eines Lenkwinkel-Sensors (22) eines Fahrzeugs vorgeschlagen. Der Lenkwinkel-Sensor (22) erzeugt fortwährend Meßwerte, die dem Lenkwinkel zum jeweiligen Zeitpunkt entsprechen, und gibt diese Meßwerte an die Einrichtung (10) ab. Die Einrichtung (10) wandelt die Meßwerte in Momentanwerte des Lenkwinkels um. Darüber hinaus umfaßt die Einrichtung eine Recheneinrichtung zur Bestimmung des Korrekturwinkel-Werts aus den Momentanwerten des Lenkwinkels und eine Speichereinrichtung zum Speichern des Korrekturwinkel-Werts. Die Recheneinrichtung ist zur Bestimmung des Korrekturwinkel-Werts unter Bildung des Mittelwerts einer Mehrzahl von Momentanwerten des Lenkwinkels ausgebildet.



DE 41 30 142 A 1

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Ermittlung eines Korrekturwinkels-Werts zur Nullpunktskorrektur eines Lenkwinkel-Sensors eines Fahrzeugs, wobei der Lenkwinkel-Sensor fortwährend Meßwerte erzeugt und an die Einrichtung abgibt, welche Meßwerte dem Lenkwinkel zum jeweiligen Zeitpunkt entsprechen, wobei die Einrichtung diese Meßwerte in Momentanwerte des Lenkwinkels umwandelt, und wobei die Einrichtung eine Recheneinrichtung zur Bestimmung des Korrekturwinkelwerts aus den Momentanwerten des Lenkwinkels und eine Speichereinrichtung zum Speichern des Korrekturwinkelwerts umfaßt.

Eine gattungsgemäße Einrichtung ist beispielsweise aus der Veröffentlichung "1987 Thunderbird Turbo Coupe Programmed-Ride Control (PRC)-Suspension" (Sociation of Automotive Engineers, SAE-Paper 8 70 540, USA 1987) bekannt. Bei der bekannten Einrichtung ist der Lenkwinkel-Sensor von einem LED/Lichtdetektor-Element (LED - lichtemittierende Diode) mit Blendscheibe gebildet, wobei die Blendscheibe mit auf ihrem Umfang in konstantem Winkelabstand verteilten Blendenöffnungen versehen ist. Derartige Lenkwinkel-Sensoren erfassen diskrete Lenkwinkel-Meßwerte, deren Auflösung (das ist der Abstand zwischen zwei unmittelbar benachbarten Stützpunkten, d. h. zwei möglichen erfaßten Werten) vom Winkelabstand der Blendenöffnungen abhängt. Die Lenkwinkel-Meßwerte werden, ggf. unter Berücksichtigung des Korrekturwinkelwerts, in Momentanwerte des Lenkwinkels umgewandelt. Bei der bekannten Einrichtung ermittelt ein Rechner aus den Momentanwerten den Korrekturwinkel für den Lenkwinkel-Sensor mit Hilfe einer Intervallschachtelung. Intervallschachtelungen haben den Nachteil, daß die Genauigkeit, mit der der Korrekturwinkelwert eingegrenzt werden kann, durch die Auflösung des Lenkwinkel-Sensors vorgegeben ist. Insbesondere kann eine Intervallschachtelung keinen Korrekturwinkelwert liefern, der zwischen zwei unmittelbar benachbarten Stützpunkten der erfaßten Lenkwinkelwerte liegt.

Demgegenüber liegt die Aufgabe der Erfindung darin, eine Einrichtung der gattungsgemäßen Art bereitzustellen, welche es ermöglicht, den Korrekturwinkelwert für einen Lenkwinkel-Sensor mit einer Genauigkeit zu bestimmen, die höher ist als die Auflösung des Lenkwinkel-Sensors, d. h., die Korrekturwinkelwerte liefern kann, die zwischen zwei unmittelbar benachbarten Stützpunkten der erfaßten Lenkwinkelwerte liegen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Recheneinrichtung zur Bestimmung des Korrekturwinkelwerts unter Bildung des Mittelwerts einer Mehrzahl von Momentanwerten des Lenkwinkels ausgebildet ist. Die Genauigkeit, mit der der Korrekturwinkelwert für den Lenkwinkel-Sensor unter Verwendung der erfindungsgemäßen Einrichtung bestimmt werden kann, hängt neben der Genauigkeit des Lenkwinkel-Sensors auch von der Anzahl der zur Mittelwertbildung herangezogenen Momentanwerte ab. Wird der Korrekturwinkel beispielsweise unter Mittelung von hundert Momentanwerten gebildet, so ist eine Bestimmung des Korrekturwinkels mit einer zehnmal höheren Genauigkeit möglich, als es der Auflösung des Lenkwinkel-Sensors entspricht, da die Genauigkeit bei Mittelwertbildung proportional zur Quadratwurzel der Anzahl der zur Mittelwertbildung herangezogenen Meßwerte ist.

Bei "normaler" Fahrt, d. h. z. B., wenn das Fahrzeug

nicht auf einem Rundkurs fährt, ergeben die fortlaufend erzeugten Lenkwinkel-Meßwerte eine Lenkwinkelverteilung, die symmetrisch um einen einer Geradeausfahrt entsprechenden Lenkwinkel angeordnet ist. Dieser einer Geradeausfahrt entsprechende Lenkwinkel ist der zu bestimmende Korrekturwinkelwert.

Wenn als Momentanwerte die Lenkwinkel-Meßwerte genommen werden, so ergibt sich der Korrekturwinkelwert direkt als der aus den Momentanwerten gebildete Mittelwert. Da sämtliche vom Lenkwinkel-Sensor erfaßten Lenkwinkel-Meßwerte gegenüber dem tatsächlichen Lenkwinkel um einen konstanten Betrag verschoben sind, bspw. infolge Dejustierung des Lenkwinkel-Sensors, enthält auch der Korrekturwinkelwert diese Verschiebung. Der tatsächliche Lenkwinkelwert ergibt sich aus der Subtraktion des Korrekturwinkelwerts vom jeweiligen Lenkwinkel-Meßwert. Durch diese Subtraktion wird die vorstehend beschriebene Verschiebung der Werte aufgehoben.

Alternativ ist es möglich, daß die zur Mittelwertbildung herangezogenen Momentanwerte bereits durch den Korrekturwinkelwert korrigierte Lenkwinkel-Meßwerte sind. In diesem Fall stellt der aus den Momentanwerten gebildete Mittelwert eine Korrektur zu dem zum jeweiligen Zeitpunkt aktuellen Korrekturwinkelwert dar. Eine Verschiebung der Lenkwinkel-Meßwerte um einen einer oder mehreren vollen Umdrehungen entsprechenden Betrag, d. h. um $n \cdot 360^\circ$ ($n = 1, 2, \dots$), bspw. infolge Dejustierung des Umdrehungszählers des Lenkwinkel-Sensors, wird gemäß vorstehendem bereits vor der Mittelwertbildung korrigiert. Bei der Mittelwertbildung werden somit betragsmäßig kleinere Lenkwinkelwerte aufsummiert. Bei gleicher, vorgegebener Anzahl von Rechenstellen kann somit ein genaueres Ergebnis, d. h. ein genauerer Korrekturwinkelwert, erzielt werden.

Weist das Fahrzeug einen Geschwindigkeits-Sensor zur Erfassung eines Momentanwerts einer Fahrzeuggeschwindigkeit auf, so ist es möglich, einen Momentanwert des Lenkwinkels nur dann zur Mittelwertbildung heranzuziehen, wenn der Momentanwert der Fahrzeuggeschwindigkeit einen Geschwindigkeits-Grenzwert überschreitet. Dies hat den Vorteil, daß bei entsprechender Wahl des Geschwindigkeits-Grenzwerts vorwiegend Lenkwinkel-Meßwerte zwischen -180° und $+180^\circ$, d. h. in einem Lenkwinkel-Grundbereich, auftreten, so daß sich eine hohe Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer symmetrischen Lenkwinkelverteilung ergibt, deren Schwerpunkt bei einem Geradeausfahrt entsprechenden Lenkwinkel liegt.

Um sicherstellen zu können, daß extreme Lenksituationen, beispielsweise Abbiegen oder Durchfahren einer Haarnadelkurve, den Schwerpunkt der Lenkwinkelverteilung nicht zu sehr von dem Geradeausfahrt entsprechenden Lenkwinkel entfernen, wird vorgeschlagen, daß ein Momentanwert des Lenkwinkels nur dann zur Mittelwertbildung herangezogen wird, wenn er dem Betrage nach kleiner ist als ein Lenkwinkel-Grenzwert.

Um die Rechengeschwindigkeit erhöhen und Speicherplatz einsparen zu können, ist vorgesehen, daß die Recheneinrichtung zur Bildung von Teilmittelwerten aus einer, vorzugsweise jeweils gleichen, Anzahl von Momentanwerten des Lenkwinkels und zur Bildung eines Gesamtmittelwerts aus den Teilmittelwerten ausgebildet ist und daß eine Teilmittelwert-Speichereinrichtung mit Speicherplätzen zum Speichern der Teilmittelwerte vorgesehen ist. Hierbei ist es bevorzugt, wenn die Teilmittelwerte aus 2^n Momentanwerten des Lenkwinkel-

kels gebildet werden, wobei n eine ganze Zahl ist und der Gesamtmittelwert aus 2^m Teilmittelwerten gebildet wird, wobei m eine ganze Zahl ist. Hierdurch ist es möglich, die zur Bildung der Teilmittelwerte und des Gesamtmittelwerts notwendigen Divisionen besonders schnell durchzuführen.

Um für den jeweils neuesten Teilmittelwert Speicherplatz zur Verfügung stellen zu können, ist vorgesehen, daß dann, wenn alle Speicherplätze der Teilmittelwert-Speichereinrichtung belegt sind, vor der Bildung eines weiteren Teilmittelwerts der jeweils älteste Teilmittelwert gelöscht wird, um Speicherplatz für den weiteren Teilmittelwert zu schaffen. Beispielsweise kann die Teilmittelwert-Speichereinrichtung hierzu als Schieberegister ausgebildet sein.

Um bei der Ermittlung des Korrekturwinkels für den Lenkwinkelsensors jeweils die aktuellsten Momentanwerte berücksichtigen zu können, ist vorgesehen, daß nach Speicherung des weiteren Teilmittelwerts aus den in der Teilmittelwert-Speichereinrichtung gespeicherten Teilmittelwerten sogleich ein neuer Gesamtmittelwert gebildet wird.

Um bei Inbetriebnahme der Einrichtung sicherstellen zu können, daß der aktuelle Korrekturwinkelwert tatsächliche Lenkwinkelwerte im Lenkwinkel-Grundbereich liefert, wird vorgeschlagen, daß eine Vorrichtung zur Bestimmung eines Grundbereichs des Lenkwinkels vorgesehen ist, die bestimmt, ob die Momentanwerte hauptsächlich im Bereich zwischen -180° und $+180^\circ$ liegen, und eine Korrektur des Grundbereichs um 360° vornimmt, wenn die Momentanwerte nicht hauptsächlich im Bereich zwischen -180° und $+180^\circ$ liegen.

Hierbei ist es bevorzugt, daß die Grundbereichs-Bestimmungsvorrichtung als Anfangswert für den Korrekturwinkelwert 0° verwendet und zur Korrektur des Grundbereichs den Korrekturwinkelwert um 360° erhöht bzw. absenkt, wenn bei Erfassung einer vorbestimmten Anzahl von Momentanwerten des Lenkwinkels mehr als die Hälfte der Momentanwerte des Lenkwinkels größer als $+180^\circ$ bzw. kleiner als -180° ist. Die weitere Überprüfung des Korrekturwinkels kann im Rahmen der Mittelwertbildung durchgeführt werden.

Um zu Ermittlung des Korrekturwinkels stets eine aktuelle Lenkwinkelverteilung bereitstellen zu können, wird vorgeschlagen, daß der Lenkwinkel-Sensor die Meßwerte mit einer Frequenz von zwischen 50 Hz und 200 Hz, vorzugsweise von etwa 100 Hz, erzeugt.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren gemäß Anspruch 13, welches sich durch zuverlässige und genaue Bestimmung des Korrekturwinkelwerts bei gleichzeitigem geringem Speicherbedarf auszeichnet.

Die Erfindung wird im folgenden an einem Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnung näher erläutert. Es stellt dar:

Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf ein mit der erfindungsgemäßen Einrichtung ausgestattetes Lenksystem eines Fahrzeugs;

Fig. 1A eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Einrichtung;

Fig. 2 ein Flußdiagramm eines in der erfindungsgemäßen Einrichtung durchgeführten Hauptprogramms zur Ermittlung des Korrekturwinkels;

Fig. 3 ein Flußdiagramm des Unterprogramms "Bereichserkennung";

Fig. 4 ein Flußdiagramm des Unterprogramms "Hochfahren";

Fig. 5 ein Flußdiagramm des Unterprogramms "nor-

malen Betrieb"; und

Fig. 6 eine schematische Darstellung zur Erläuterung des Korrekturfaktors k .

In Fig. 1 ist schematisch ein mit einer erfindungsgemäßen Einrichtung 10 ausgestattetes Lenksystem 12 eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Zum Lenken des Fahrzeugs betätigt der Fahrer ein an einer Lenksäule 14 befestigtes Lenkrad 16. Die Drehung der Lenksäule 14 wird über ein Lenkgetriebe 18 an Räder 20 weitergeleitet, die beispielsweise an einer Vorderachse 21 des Fahrzeugs angeordnet sind. Auf diese Weise resultiert aus einem Lenkwinkel Φ des Lenkrads 16 ein Radeinschlagswinkel Θ der Vorderräder 20 des Fahrzeugs. Bei einer Geradeausfahrt des Fahrzeugs weisen der Lenkwinkel Φ und der Radeinschlagswinkel Θ definitionsgemäß den Wert 0° auf (s. Fig. 1).

Zur Erfassung des Lenkwinkels Φ ist an der Lenksäule 14 ein Lenkwinkel-Sensor 22 angeordnet, der eine LED 22a (lichtemittierende Diode), eine an der Lenksäule 14 befestigte Blendscheibe 22b sowie einen Lichtdetektor 22c aufweist. Über den gesamten Umfang der Blendscheibe 22b verteilt sind in festem Winkelabstand Blendenöffnungen 22d vorgesehen. Die LED 22a, die Blendscheibe 22b und der Lichtdetektor 22c sind derart angeordnet, daß das von der LED 22a emittierte Licht nur dann auf den Lichtdetektor 22c fallen kann, wenn es durch eine der Blendenöffnungen 22d hindurchgetreten ist. Somit wird der Lichtdetektor 22c bei einer Drehung des Lenkrads 16 abwechselnd vom Licht der LED 22a beleuchtet und von diesem abgeschirmt. Auf diese Weise erzeugt der Lichtdetektor 22c ein sich zeitlich änderndes Signal, aus dem ein Lenkwinkel-Meßwert Φ_{mess} bestimmt wird. Der erzeugte Lenkwinkelwert Φ_{mess} wird an die Einrichtung 10 abgegeben.

Der Lenkwinkel-Sensor 22 kann auch anderen Aufbau haben. Beispielsweise kann er von einem Potentiometer mit mit der Lenksäule verbundenem Schleifkontakt gebildet sein.

Beim Einbau des Lenkwinkel-Sensors 22 in ein Fahrzeug kann nur mit sehr hohem Aufwand sichergestellt werden, daß die vom Lenkwinkel-Sensor 22 gelieferten Lenkwinkel-Meßwerte Φ_{mess} mit dem tatsächlichen Lenkwinkel Φ übereinstimmen, d. h. insbesondere, daß der Lenkwinkel-Meßwert Φ_{mess} bei Geradeausfahrt (tatsächlicher Lenkwinkel $\Phi = 0^\circ$) ebenfalls den Wert 0° aufweist. Darüber hinaus ist es möglich, daß der Lenkwinkel-Sensor 22 während der Fahrt oder bei Reparaturen dejustiert wird. Die erfindungsgemäße Einrichtung 10 ist daher gemäß Fig. 1A mit einer Recheneinrichtung 24 ausgestattet, welche aus den Lenkwinkel-Meßwerten Φ_{mess} einen Korrekturwinkelwert Φ_{korr} ermittelt. Der Korrekturwinkelwert Φ_{korr} wird in einer Speichereinrichtung 26 gespeichert. Zur Bestimmung des tatsächlichen Lenkwinkels Φ wird der Korrekturwinkelwert Φ_{korr} in einem Differenz-Glied 28 von dem jeweiligen Lenkwinkel-Meßwert Φ_{mess} abgezogen. Weiter weist die Recheneinrichtung 10 eine Speichereinrichtung 30 zur Speicherung von bei der Berechnung des Korrekturwinkelwerts Φ_{korr} verwendeten Hilfsgrößen (Teilmittelwerte Φ_i siehe nachfolgende Beschreibung) auf.

Die Einrichtung 10 führt die Bestimmung des Korrekturwinkelwerts Φ_{korr} mit Hilfe eines im folgenden anhand der Fig. 2 – 5 näher erläuterten Programms durch.

In Fig. 2 ist das Hauptprogramm zu Ermittlung des Korrekturwerts Φ_{korr} als Flußdiagramm dargestellt. Das Programm wird in einem Schritt S100 beispielsweise durch Einschalten der Zündung des Fahrzeugs ge-

startet. In einem Schritt S110 erfolgt hierauf eine Initialisierung von Systemvariablen, beispielsweise wird der Variablen, in der der Korrekturwert Φ_{korr} gespeichert wird, der Wert 0° zugewiesen. Weitere im Schritt S110 "Initialisierung" vorgenommene Variablenzuweisungen werden im Zusammenhang der weiteren Beschreibung erläutert werden. In einem Schritt S120 erfolgt eine Bereichserkennung der Lenkwinkel-Meßwerte Φ_{mess} , d. h. es wird bestimmt, ob die Lenkwinkel-Meßwerte hauptsächlich in einem Winkelbereich zwischen -180° und $+180^\circ$ liegen. Das Unterprogramm "Bereichserkennung" wird weiter unten anhand von Fig. 3 näher erläutert werden.

In einem Schritt S130 des Hauptprogramms wird durch Überprüfung einer Systemvariablen "erstes Mal" bestimmt, ob das Programm diesen Schritt zum ersten Mal durchläuft oder nicht. Die Systemvariable "erstes Mal" wird bei der Initialisierung in Schritt S110 mit dem Wert "JA" belegt. Wird der Schritt S130 zum ersten Mal durchlaufen, so schreitet das Programm zu einem Schritt S140 fort, in welchem ein Unterprogramm "Einlernen" aufgerufen wird. Dieses Unterprogramm bereitet das System für den normalen Betrieb vor. Das Unterprogramm "Einlernen" wird anhand von Fig. 4 weiter unten näher erläutert werden. An dieser Stelle sei lediglich festgehalten, daß in einer Zählervariable n_3 die Zahl der Durchläufe des Unterprogramms "Einlernen" festgehalten wird. Weiter wird in diesem Unterprogramm die Systemvariable "erstes Mal" mit dem Wert "NEIN" belegt.

In einem Schritt S150 wird bestimmt, ob das Unterprogramm "Einlernen" bereits sechzehnmal durchlaufen wurde. Ist dies nicht der Fall, so kehrt das Programm zum Schritt S140 zurück und das Unterprogramm "Einlernen" wird erneut aufgerufen. Wurde das Unterprogramm "Einlernen" hingegen bereits sechzehnmal durchlaufen, so kehrt das Programm zum Schritt S130 zurück. Hier wird nun erkannt, daß das Programm den Schritt S130 nicht zum ersten Mal durchläuft, und das Hauptprogramm wird mit einem Schritt S160 fortgesetzt, in welchem der normale Betrieb zur Ermittlung des Korrekturwerts Φ_{korr} durchgeführt wird. Das Unterprogramm "normaler Betrieb" wird weiter unten anhand von Fig. 5 näher erläutert werden.

Nach Durchlaufen des Unterprogramms "normaler Betrieb" wird in einem Schritt S170 überprüft, ob die Zündung noch eingeschaltet ist. Bejahendenfalls kehrt das Programm zum Schritt S160 zurück und führt wiederum das Unterprogramm "normaler Betrieb" durch. Ist die Zündung hingegen nicht mehr eingeschaltet, so wird das Hauptprogramm in einem Schritt S180 beendet.

In Fig. 3 ist ein Flußdiagramm des Unterprogramms "Bereichserkennung" dargestellt. In diesem Unterprogramm wird der Korrekturwinkelwert Φ_{korr} derart festgelegt, daß aus den Lenkwinkel-Meßwerten Φ_{mess} durch Berücksichtigung des Korrekturwinkelwerts Φ_{korr} gebildete Momentanwerte Φ_{mom} des Lenkwinkels hauptsächlich im Bereich zwischen -180° und $+180^\circ$ liegen. Ist nämlich bspw. der Umdrehungszähler des Lenkwinkel-Sensors um eine oder mehrere Umdrehungen dejustiert, so muß der im Schritt S110 "Initialisierung" auf 0° festgesetzte Korrekturwinkelwert Φ_{korr} dieser Dejustierung angepaßt werden.

Der Eintritt in das Unterprogramm "Bereichserkennung" erfolgt in einem Schritt S200. In einem Schritt S201 wird ein Momentanwert der Fahrzeuggeschwindigkeit v erfaßt und in einem Schritt S202 bestimmt, ob

die Fahrzeuggeschwindigkeit v höher ist als eine erste vorbestimmte Fahrzeuggeschwindigkeit v_1 . Die vorbestimmte Geschwindigkeit v_1 kann hierbei bspw. zwischen 20 km/h und 40 km/h betragen. Ist dies nicht der Fall, so wird zum Schritt S201 zurückgekehrt und erneut ein Momentanwert Φ_{mom} erfaßt. Wird im Schritt S202 hingegen festgestellt, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit die erste vorbestimmte Geschwindigkeit v_1 überschritten hat, so schreitet das Unterprogramm zum Schritt S203 fort, in welchem ein Lenkwinkel-Meßwert Φ_{mess} und ein weiterer Momentanwert der Fahrzeuggeschwindigkeit v erfaßt werden. Aus dem Lenkwinkel-Meßwert Φ_{mess} wird durch Subtraktion des Korrekturwinkelwerts Φ_{korr} ein Momentanwert Φ_{mom} des Lenkwinkels bestimmt.

In einem Schritt S204 wird überprüft, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit v einen Grenzwert v_0 (v_0 bspw. zwischen 10 km/h und 20 km/h) überschritten hat oder nicht. Ist dies nicht der Fall, so kehrt das Programm zum Schritt S203 zurück. Wurde im Schritt S204 festgestellt, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit den Grenzwert v_0 überschritten hat, so wird in einem Schritt S205 überprüft, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit auch eine zweite vorbestimmte Geschwindigkeit v_2 (v_2 bspw. zwischen 40 km/h und 70 km/h) überschritten hat. Ist dies der Fall, so wird angenommen, daß sich die Momentanwerte Φ_{mom} in dem Grundbereich befinden und das Unterprogramm "Bereichserkennung" wird in einem Schritt S216 beendet.

Andernfalls wird in den Schritten S206 und S207 überprüft, ob der Momentanwert Φ_{mom} zwischen -180° und $+180^\circ$ liegt.

Ist der Momentanwert kleiner als -180° , so wird in einem Schritt S208 ein Unterschreitungszähler m_1 erhöht; ist der Momentanwert größer als $+180^\circ$, so wird in einem Schritt S209 ein Überschreitungszähler m_2 erhöht. Unabhängig vom Wert des Lenkwinkels Φ_{mom} wird in einem Schritt S210 ein Gesamtzähler m erhöht. Die Zähler m , m_1 und m_2 werden beispielsweise im Schritt S110 "Initialisierung" (s. Fig. 2) auf 0 gesetzt.

In einem Schritt S211 wird überprüft, ob bereits 2000 Momentanwerte erfaßt wurden (dies entspricht bei einer Abtastfrequenz von etwa 100 Hz einem Erfassungszeitraum von etwa 20 Sekunden). Ist dies nicht der Fall, so kehrt das Programm zum Schritt S203 zurück. Wurden jedoch bereits 2000 Momentanwerte verarbeitet, so wird im Schritt S212 überprüft, ob in den Schritten S206 und S208 weniger als 1100 Bereichsunterschreitungen erfaßt wurden. Ist dies nicht der Fall, d. h. wurden mehr als 1100 Bereichsunterschreitungen erfaßt, so wird der Korrekturwinkel in einem Schritt S213 um 360° erniedrigt und die Zähler m , m_1 , m_2 auf 0 gesetzt. Hierauf kehrt das Programm zum Schritt S203 zurück.

Wurden jedoch weniger als 1100 Bereichsunterschreitungen erfaßt, so schreitet das Programm zu einem Schritt S214 fort, in welchem überprüft wird, ob weniger als 1100 Bereichsüberschreitungen erfaßt wurden. Ist dies nicht der Fall, d. h. wurden mehr als 1100 Bereichsüberschreitungen erfaßt, so wird der Korrekturwinkel Φ_{korr} in einem Schritt S215 um 360° erhöht und die Zähler m , m_1 , m_2 auf 0 gesetzt. Hierauf kehrt das Programm zum Schritt S203 zurück.

Liegen weder zuviele Bereichsüberschreitungen bzw. zuviele Bereichsunterschreitungen vor, so wird angenommen, daß die aufgenommenen Momentanwerte Φ_{mom} hauptsächlich im Grundbereich, d. h. zwischen -180° und $+180^\circ$, liegen. Das Unterprogramm "Bereichserkennung" wird dann im Schritt S216 beendet.

und es wird zum Hauptprogramm zurückgekehrt.

In Fig. 4 ist ein Flußdiagramm des Unterprogramms "Einlernen" dargestellt. Nach dem Aufruf dieses Unterprogramms im Schritt S140 des Hauptprogramms (s. Fig. 2) erfolgt in einem Schritt S300 der Eintritt in das Unterprogramm. Mit Hilfe dieses Unterprogramms "Einlernen" werden die zunächst leeren Speichereinrichtungen 26 und 30 belegt, um es der Einrichtung 10 anschließend eine zuverlässige und genaue Bestimmung des Korrekturwinkelwerts zu ermöglichen.

In einem Schritt S301 werden zwei Schleifenzähler n_1 auf 1 gesetzt und ein Summenwinkel Φ_{sum} mit den Wert 0 belegt. Weiter wird ein Zähler n_3 erhöht, der beispielsweise im Schritt S110 "Initialisierung" des Hauptprogramms (s. Fig. 2) auf 0 gesetzt wurde. Der Wert einer Variablen n_2 wird in Abhängigkeit des Werts des Zählers n_3 bestimmt. Der Wert der Variablen n_2 kann in Abhängigkeit des Zählers n_3 beispielsweise auf folgende Weise erfolgen:

$n_2 = 1$, für $n_3 = 1$,
 $n_2 = 2$, für $n_3 = 2$ oder 3,
 $n_2 = 4$, für $n_3 = 4$ bis 7, (*)
 $n_2 = 8$, für $n_3 = 8$ bis 15 und
 $n_2 = 16$, für $n_3 \geq 16$.

Darüber hinaus werden im Schritt S301 Grenzwerte n_1^* und n^* für die Schleifenzähler n_1 und n in Abhängigkeit des Werts des Zählers n_3 festgesetzt. Beispielsweise steigt der Grenzwert n_1^* vom Wert $n_1^* = 2$ für $n_3 = 1$ bis $n_1^* = 16$ für $n_3 = 1$ auf $n^* = 1024$ für $n_3 = 16$. Je niedriger die Grenzwerte n_1^* und n^* sind, desto häufiger werden erfaßte Lenkwinkel-Meßwerte der weiteren Verarbeitung zugeführt. Da es zunächst darauf ankommt, der Einrichtung 10 schnell eine zur Korrekturwert-Bestimmung ausreichende Anzahl von Lenkwinkel-Meßwerten zur Verfügung zu stellen, wird mit niedrigen Grenzwerten n_1^* und n^* begonnen und diese dann nach und nach erhöht.

In einem Schritt S302 werden analog dem Schritt S203 ein Lenkwinkel-Meßwert Φ_{mess} und ein Wert der Fahrzeuggeschwindigkeit v aufgenommen und ein Momentanwert Φ_{mom} des Lenkwinkels bestimmt. In einem Schritt S303 wird bestimmt, ob der Schleifenzähler n_1 einen Wert n_1^* bereits überschritten hat oder nicht. Hat der Schleifenzähler n_1 den Wert n_1^* noch nicht überschritten, so wird er in einem Schritt S304 erhöht und das Programm kehrt zum Schritt S302 zurück. Durch die Schritte S302, S303 und S304 wird sichergestellt, daß erst nach einer vorbestimmten Anzahl von Momentanwert-Bestimmungen ein Momentanwert des Lenkwinkels weiterverarbeitet wird.

Hat der Schleifenzähler n_1 den Wert n_1^* hingegen überschritten, so wird in einem Schritt S305 überprüft, ob der Momentanwert Φ_{mom} betragsmäßig kleiner ist als ein vorbestimmter Lenkwinkelwert Φ_0 (bspw. 180°) und gleichzeitig die Fahrzeuggeschwindigkeit v größer ist als die Grenzgeschwindigkeit v_0 . Ist dies nicht der Fall, so kehrt das Programm zum Schritt S302 zurück. Sind jedoch beide Bedingungen gleichzeitig erfüllt, so wird der Momentanwert Φ_{mom} des Lenkwinkels in einem Schritt S306 zum Summenwinkel Φ_{sum} addiert und der Schleifenzähler n_1 zurückgesetzt.

In einem Schritt S307 wird überprüft, ob der Schleifenzähler n einen vorbestimmten Wert n^* überschritten hat oder nicht. Ist dies nicht der Fall, so wird der Schleifenzähler n in einem Schritt S308 erhöht und das Programm kehrt zum Schritt S302 zurück. Durch den

Schleifenzähler n wird sichergestellt, daß im Summenwinkel Φ_{sum} eine vorbestimmte Anzahl von erfaßten Lenkwinkeln aufsummiert wird, bevor zur weiteren Verarbeitung fortgeschritten wird.

In einem Schritt S309 wird aus dem Summenwinkel Φ_{sum} und dem Schleifenzähler n unter Berücksichtigung eines Korrekturfaktors k ein erster Teilmittelwert Φ_1 gemäß der Formel:

$$\Phi_1 = k \cdot \Phi_{\text{sum}} / n$$

ermittelt und in der Teilmittelwert-Speichereinrichtung 30 (siehe Fig. 1A) gespeichert.

Der Korrekturfaktor k trägt der Tatsache Rechnung, daß die erfaßte Verteilung $f(\Phi_{\text{mom}})$ der Momentanwerte Φ_{mom} des Lenkwinkels vor der erstmaligen Bestimmung des Korrekturwinkelwerts Φ_{kor} unsymmetrisch ist, da in dieser Verteilung nur Momentanwerte berücksichtigt sind, die nicht mit Hilfe eines Korrekturwinkelwerts korrigiert wurden. Die Ermittlung des Korrekturwinkelwerts aus der unsymmetrischen Verteilung ergibt stets einen betragsmäßig zu kleinen Wert. Dies ist schematisch in Fig. 6 dargestellt. Der schraffierte Bereich B der Verteilung $f(\Phi_{\text{mom}})$ wird bei der Korrekturwertbestimmung nicht berücksichtigt. Der rautierte dargestellte Bereich C verschiebt den sich unter Mittelwertbildung ergebenden Schwerpunkt der Verteilung $f(\Phi_{\text{mom}})$, d. h. den ermittelten Korrekturwinkelwert, zu einem betragsmäßig kleineren Wert hin, wie in Fig. 6 durch die Pfeile A angedeutet ist. Um dennoch rasch einen guten Korrekturwinkelwert zur Verfügung stellen zu können, wird bei der ersten Bestimmung des Korrekturwinkelwerts der Korrekturfaktor k auf einen Wert $k > 1$ festgelegt, bspw. zwischen 1.2 und 1.5. Bei <den darauf folgenden Bestimmungen des Korrekturwinkelwerts wird hingegen ein Wert von $k = 1$ verwendet. Der Wert von k wird im Schritt S110 "Initialisierung" festgesetzt.

In einem Schritt S310 wird dann der Gesamtmittelwert Φ_G aus den bis dahin bestimmten Teilmittelwerten Φ_i ermittelt. Hierbei wird eine Division durch die Variable n_2 durchgeführt. Derartige Divisionen sind als Realzahl-Operationen äußerst rechenzeitaufwendig. Wird jedoch die Variable n_2 gemäß dem vorstehend angegebenen Schlüssel (*) aus der Variable n_3 gebildet, so kann die Division an dieser Stelle mit Hilfe einer wesentlich schneller durchführbaren Binär-Division vorgenommen werden. Als neuer Korrekturwinkelwert Φ_{kor} wird die Summe des alten Korrekturwinkelwerts Φ_{kor} und des Gesamtmittelwerts Φ_G in der Speichereinrichtung 26 (siehe Fig. 1A) gespeichert.

Im Schritt S311 werden dann die Teilmittelwerte Φ_i um einen Speicherplatz verschoben (d. h. der Teilmittelwert Φ_{15} wird auf den Speicherplatz des Teilmittelwerts Φ_{16} verschoben, der Teilmittelwert Φ_{14} wird auf den Speicherplatz des Teilmittelwerts Φ_{15} verschoben, ..., der Teilmittelwert Φ_1 wird auf den Speicherplatz des Teilmittelwerts Φ_2 verschoben). Als Folge hiervon wird der Speicherplatz des Teilmittelwerts Φ_1 für die Berechnung des Teilmittelwerts im nächstfolgenden Durchlauf des Unterprogramms "Einlernen" freigegeben. Die vorstehend beschriebene Verschiebung der Speicherinhalte kann auf besonders einfache Weise durchgeführt werden, wenn die Teilmittelwert-Speichereinrichtung 30 als Schieberegister ausgebildet ist.

In einem Schritt S312 wird festgehalten, daß das Unterprogramm "Einlernen" bereits einmal durchlaufen wurde. Weiter wird in diesem Schritt S312 der Wert des Korrekturfaktors k auf 1 gesetzt. Hierauf wird im Schritt S313 das Unterprogramm "Einlernen" beendet.

In Fig. 5 ist ein Flußdiagramm des Unterprogramms

"normaler Betrieb" dargestellt. Das Unterprogramm "normaler Betrieb" entspricht im wesentlichen dem Unterprogramm "Einlernen". Es ist jedoch hinsichtlich der zu seiner Durchführung benötigten Rechenzeit minimiert, insbesondere durch Minimierung der Variablenzugriffe.

Nach Aufruf des Unterprogramms "normaler Betrieb" im Schritt S160 des Hauptprogramms (s. Fig. 2) wird in einem Schritt S400 in die Bearbeitung des Unterprogramms eingetreten. In einem Schritt S401 werden die Schleifenzähler n und n_1 zurückgesetzt sowie der Summenwinkel Φ_{sum} mit dem Wert 0 belegt. Im Schritt S401 wird im Vergleich zum Schritt S301 des Unterprogramms "Einlernen" das Erhöhen des Schleifenzählers n_3 sowie die Bestimmung der Variablen n_2 aus dem Wert des Schleifenzählers n_3 eingespart.

In den Schritten S402, S403 und S404 wird sichergestellt, daß ein aufgenommener Momentanwert Φ_{mom} erst nach einer vorbestimmten Anzahl von Werten der weiteren Verarbeitung zugeführt wird. Hierbei wird im Schritt S403 die vorbestimmte Anzahl durch einen konstanten Wert N_1^* (bspw. $N_1^* = 16$) vorgegeben, so daß kein Zugriff auf eine Variable zu erfolgen hat.

In einem Schritt S405 wird überprüft, ob der aufgenommene Momentanwert des Lenkwinkels betragsmäßig kleiner ist als der vorgegebene Grenzwert Φ_0 und gleichzeitig die Fahrzeuggeschwindigkeit v größer ist als die Grenzwertgeschwindigkeit v_0 . Ist dies nicht der Fall, so wird zum Schritt S402 zurückgesprungen. Sind jedoch beide Bedingungen gleichzeitig erfüllt, so wird der aufgenommene Momentanwert in einem Schritt S406 zum Summenwinkel Φ_{sum} hinzugezählt und der Schleifenzähler n_1 zurückgesetzt.

In den Schritten S407 und S408 wird sichergestellt, daß auf die vorstehend beschriebene Weise eine vorbestimmte Anzahl N^* von Momentanwerten im Summenwinkel Φ_{sum} aufaddiert wurde, bevor zur weiteren Verarbeitung fortgeschritten wird. Auch hierbei ist die vorbestimmte Anzahl durch eine Konstante N^* (bspw. $N^* = 1024$) vorgegeben, so daß ein Variablenzugriff eingespart wird.

Die Grenzwerte können im normalen Betrieb konstant auf einem hohen Wert gehalten werden, da sich normalerweise der Korrekturwinkelwert nur sehr langsam (wenn überhaupt) ändert. Konstante Grenzwerte haben, wie bereits erwähnt, den Vorteil eine höhere Rechengeschwindigkeit zu ermöglichen, so daß das Programm die Korrekturwinkelwerte ohne weiteres in Echtzeit liefern kann.

In einem Schritt S409 wird aus dem Summenwinkel Φ_{sum} und dem Wert des Schleifenzählers n ein Teilmittelwert Φ_i gebildet. Nachfolgend wird in einem Schritt S410 aus den nunmehr vorliegenden sechzehn Teilmittelwerten Φ_i ($i = 1, \dots, 16$) der Korrekturwinkel Φ_{kor} bestimmt. Schließlich werden in einem Schritt S411 die Speicherinhalte der Teilmittelwerte wie vorstehend bei Schritt S311 beschrieben jeweils um eins verschoben. Hierbei wird der jeweils älteste Teilmittelwert Φ_{16} gelöscht und ein Speicherplatz für den im nächsten Durchlauf des Unterprogramms "normaler Betrieb" Teilmittelwert Φ_1 freigegeben.

In einem Schritt S412 wird das Unterprogramm "normaler Betrieb" beendet und zum Hauptprogramm zurückgekehrt.

Bei Verwendung einer Recheneinrichtung, die keine Fließkomma-Zahlen verarbeiten kann, können sämtliche in die Recheneinrichtung eingegebenen Werte mit einem konstanten Faktor multipliziert werden, um Rundungsfehler so gering wie möglich zu halten.

Wie bereits vorstehend erläutert, wird mit der erfindungsgemäßen Einrichtung und dem erfindungsgemäßen Verfahren ein Korrekturwinkelwert zur Durchführung einer Nullpunktskorrektur der von einem Lenkwinkel-Sensor abgegebenen Lenkwinkel-Meßwerte bestimmt. Ein tatsächlicher Lenkwinkelwert ergibt sich als Differenz des angegebenen Lenkwinkel-Meßwerts und des zum jeweiligen Zeitpunkt aktuellen Korrekturwinkelwerts.

Patentansprüche

- Einrichtung (10) zur Ermittlung eines Korrekturwinkel-Werts (Φ_{kor}) zur Nullpunktskorrektur eines Lenkwinkel-Sensors (22) eines Fahrzeugs, wobei der Lenkwinkel-Sensor (22) fortwährend Meßwerte (Φ_{mess}) erzeugt und an die Einrichtung (10) abgibt, welche Meßwerte (Φ_{mess}) dem Lenkwinkel zum jeweiligen Zeitpunkt entsprechen, wobei die Einrichtung (10) diese Meßwerte (Φ_{mess}) in Momentanwerte (Φ_{mom}) des Lenkwinkels umwandelt, und wobei die Einrichtung (10) eine Recheneinrichtung (24) zur Bestimmung des Korrekturwinkel-Werts (Φ_{kor}) aus den Momentanwerten (Φ_{mom}) des Lenkwinkels und eine Speichereinrichtung (26) zum Speichern des Korrekturwinkel-Werts (Φ_{kor}) umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß die Recheneinrichtung (24) zur Bestimmung des Korrekturwinkel-Werts (Φ_{kor}) unter Bildung des Mittelwerts einer Mehrzahl von Momentanwerten (Φ_{mom}) des Lenkwinkels ausgebildet ist.
- Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Momentanwerte (Φ_{mom}) des Lenkwinkels die Meßwerte (Φ_{mess}) sind.
- Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Momentanwerte (Φ_{mom}) des Lenkwinkels durch den Korrekturwinkel-Wert (Φ_{kor}) korrigierte Meßwerte (Φ_{mess}) sind.
- Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Fahrzeug einen Geschwindigkeits-Sensor zur Erfassung eines Momentanwerts (v) einer Fahrzeuggeschwindigkeit aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß ein Momentanwert (Φ_{mom}) des Lenkwinkels nur dann zur Mittelwertbildung herangezogen wird, wenn der Momentanwert (v) der Fahrzeuggeschwindigkeit einen Geschwindigkeits-Grenzwert (v_0) überschreitet.
- Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Momentanwert (Φ_{mom}) des Lenkwinkels nur dann zur Mittelwertbildung herangezogen wird, wenn er dem Betrage nach kleiner ist als ein Lenkwinkel-Grenzwert (Φ_0).
- Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Recheneinrichtung (24) zur Bildung von Teilmittelwerten (Φ_i) aus einer, vorzugsweise jeweils gleichen, Anzahl von Momentanwerten (Φ_{mom}) des Lenkwinkels und zur Bildung eines Gesamtmittelwerts aus den Teilmittelwerten (Φ_i) ausgebildet ist und daß eine Teilmittelwert-Speichereinrichtung (30) mit Speicherplätzen zum Speichern der Teilmittelwerte (Φ_i) vorgesehen ist.
- Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,

daß die Teilmittelwerte (Φ_i) aus 2^n Momentanwerten (Φ_{mom}) des Lenkwinkels gebildet werden, wobei n eine ganze Zahl ist, und

daß der Gesamtmittelwert aus 2^m Teilmittelwerten (Φ_i) gebildet wird, wobei m eine ganze Zahl ist. 5

8. Einrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn alle Speicherplätze der Teilmittelwert-Speichereinrichtung (30) belegt sind, vor Bildung eines weiteren Teilmittelwerts (Φ_i) der jeweils älteste Teilmittelwert (Φ_{16}) gelöscht wird, um Speicherplatz für den weiteren Teilmittelwert (Φ_i) zu schaffen. 10

9. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß nach Speicherung des weiteren Teilmittelwerts (Φ_i) aus den in der Teilmittelwert-Speichereinrichtung (30) gespeicherten Teilmittelwerten (Φ_i) ein neuer Gesamtmittelwert gebildet wird. 15

10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vorrichtung zur Bestimmung eines Grundbereichs des Lenkwinkels vorgesehen ist, die bestimmt, ob die Momentanwerte (Φ_{mom}) hauptsächlich im Bereich zwischen -180° und $+180^\circ$ liegen, und eine Korrektur des Grundbereichs um 360° vornimmt, wenn die Momentanwerte (Φ_{mom}) nicht hauptsächlich im Bereich zwischen -180° und $+180^\circ$ liegen. 20 25

11. Einrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Grundbereichs-Bestimmungsvorrichtung als Anfangswert für den Korrekturwinkel-Wert (Φ_{korr}) 0° verwendet und zur Korrektur des Grundbereichs den Korrekturwinkel-Wert (Φ_{korr}) um 360° erhöht bzw. absenkt, wenn bei aufeinanderfolgender Erfassung einer vorbestimmten Anzahl von Momentanwerten (Φ_{mom}) des Lenkwinkels mehr als die Hälfte der Momentanwerte des Lenkwinkels größer als $+180^\circ$ bzw. kleiner als -180° ist. 30 35

12. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lenkwinkel-Sensor (22) die Meßwerte (Φ_{mess}) mit einer Frequenz von zwischen 50 Hz und 200 Hz, vorzugsweise von etwa 100 Hz, erzeugt. 40

13. Verfahren zur Ermittlung eines Korrekturwinkel-Werts (Φ_{korr}) zur Nullpunktkorrektur eines Lenkwinkel-Sensors (22) eines Fahrzeugs, umfassend die Schritte: 45

a) fortwährendes Erzeugen von Meßwerten (Φ_{mess}) mittels des Lenkwinkel-Sensors (22), welche Meßwerte (Φ_{mess}) dem Lenkwinkel zum jeweiligen Zeitpunkt entsprechen, 50

b) Abgeben dieser Meßwerte (Φ_{mess}) an die Einrichtung (10),

c) Umwandeln dieser Meßwerte (Φ_{mess}) in Momentanwerte (Φ_{mom}) des Lenkwinkels in der Einrichtung (10), 55

d) Bestimmen des Korrekturwinkel-Werts (Φ_{korr}) aus den Momentanwerten (Φ_{mom}) des Lenkwinkels in einer Recheneinrichtung (24) der Einrichtung (10), und

e) speichern des Korrekturwinkel-Werts (Φ_{korr}) in einer Speichereinrichtung (26) der Einrichtung (10), dadurch gekennzeichnet, daß der Korrekturwinkel-Wert (Φ_{korr}) in Schritt d) unter Bildung des Mittelwerts einer Mehrzahl von Momentanwerten (Φ_{mom}) des Lenkwinkels bestimmt wird. 60 65

Fig. 1

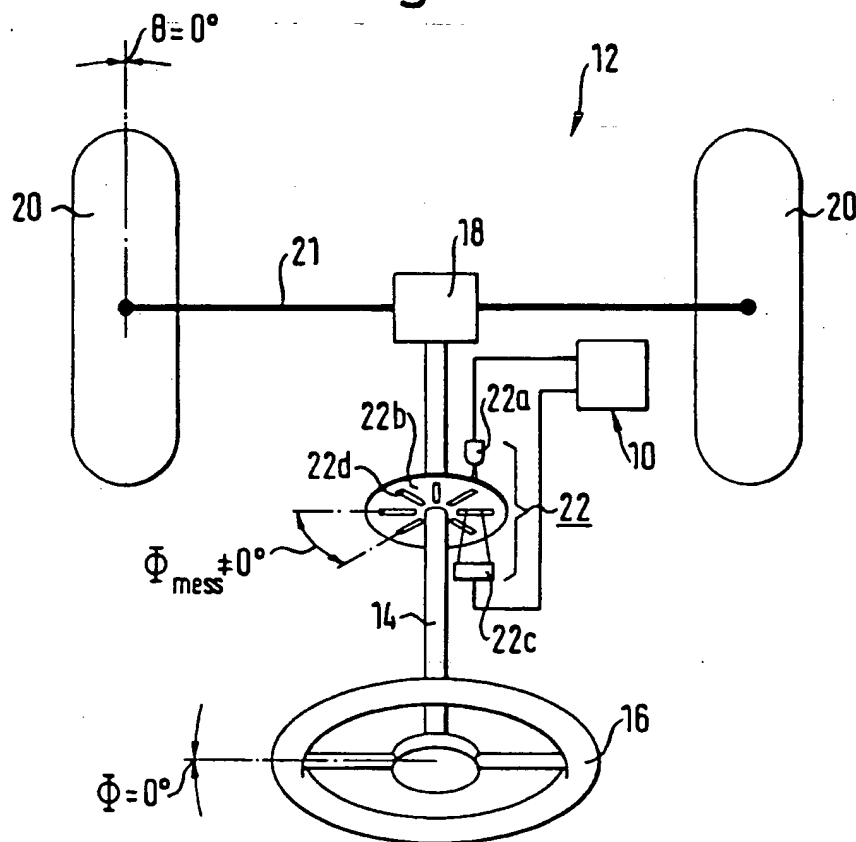


Fig. 1A

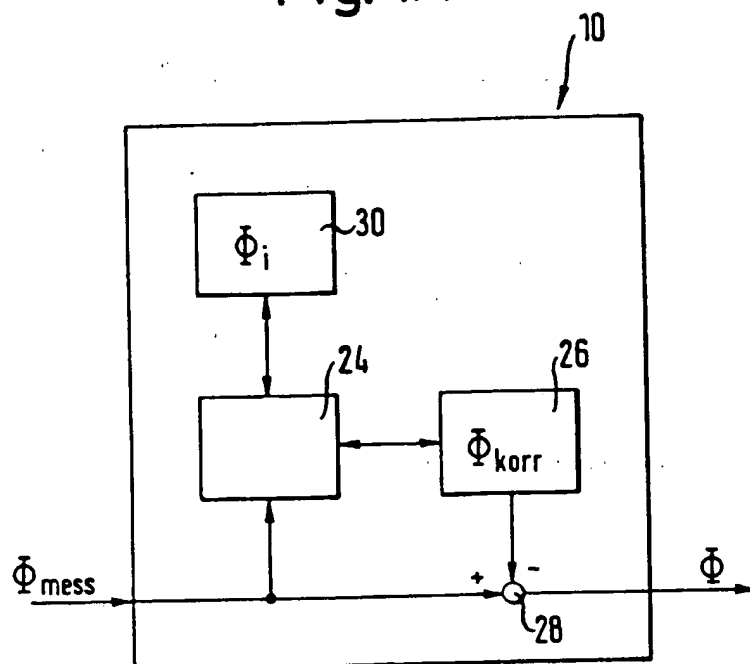


Fig. 2

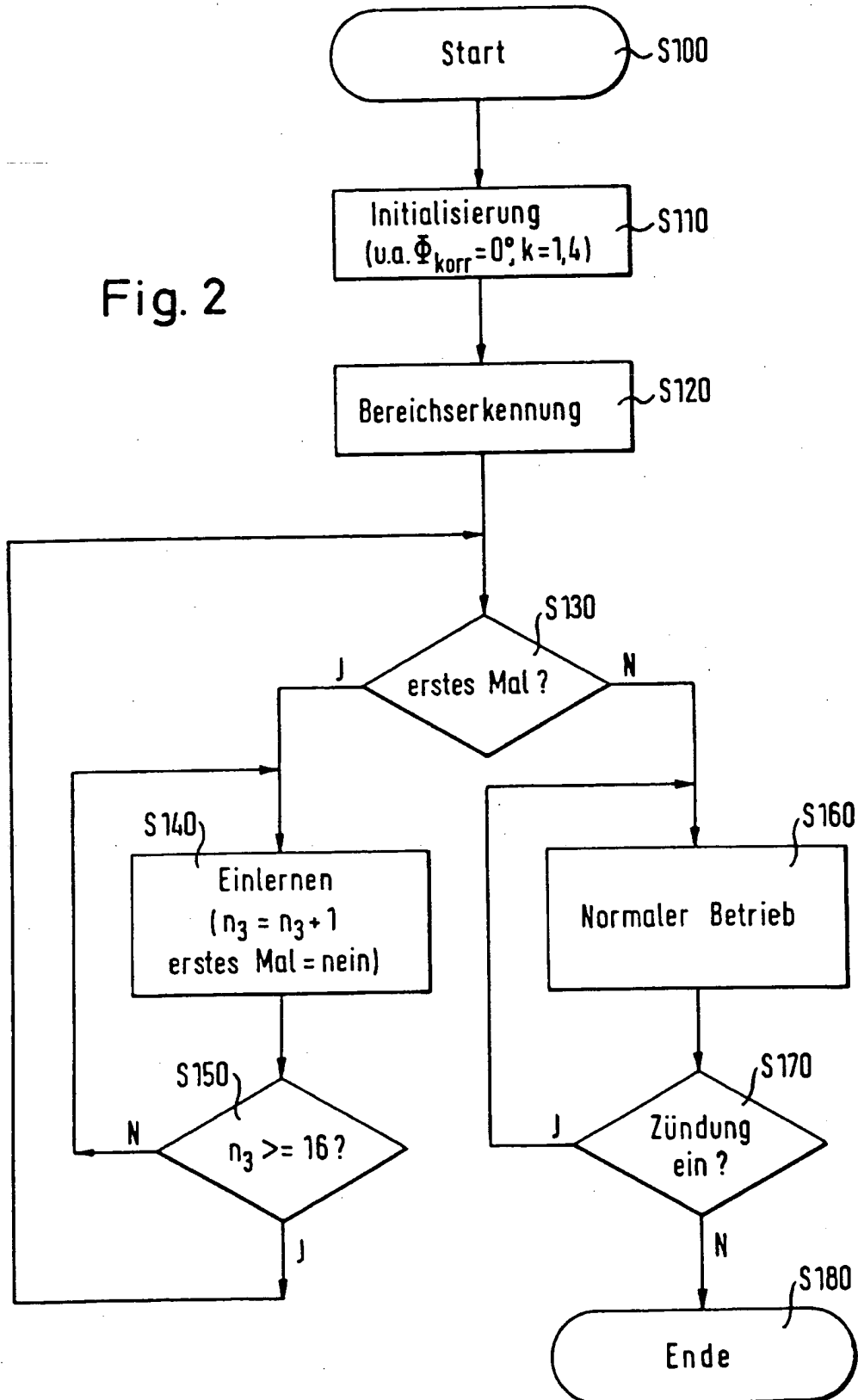


Fig. 3

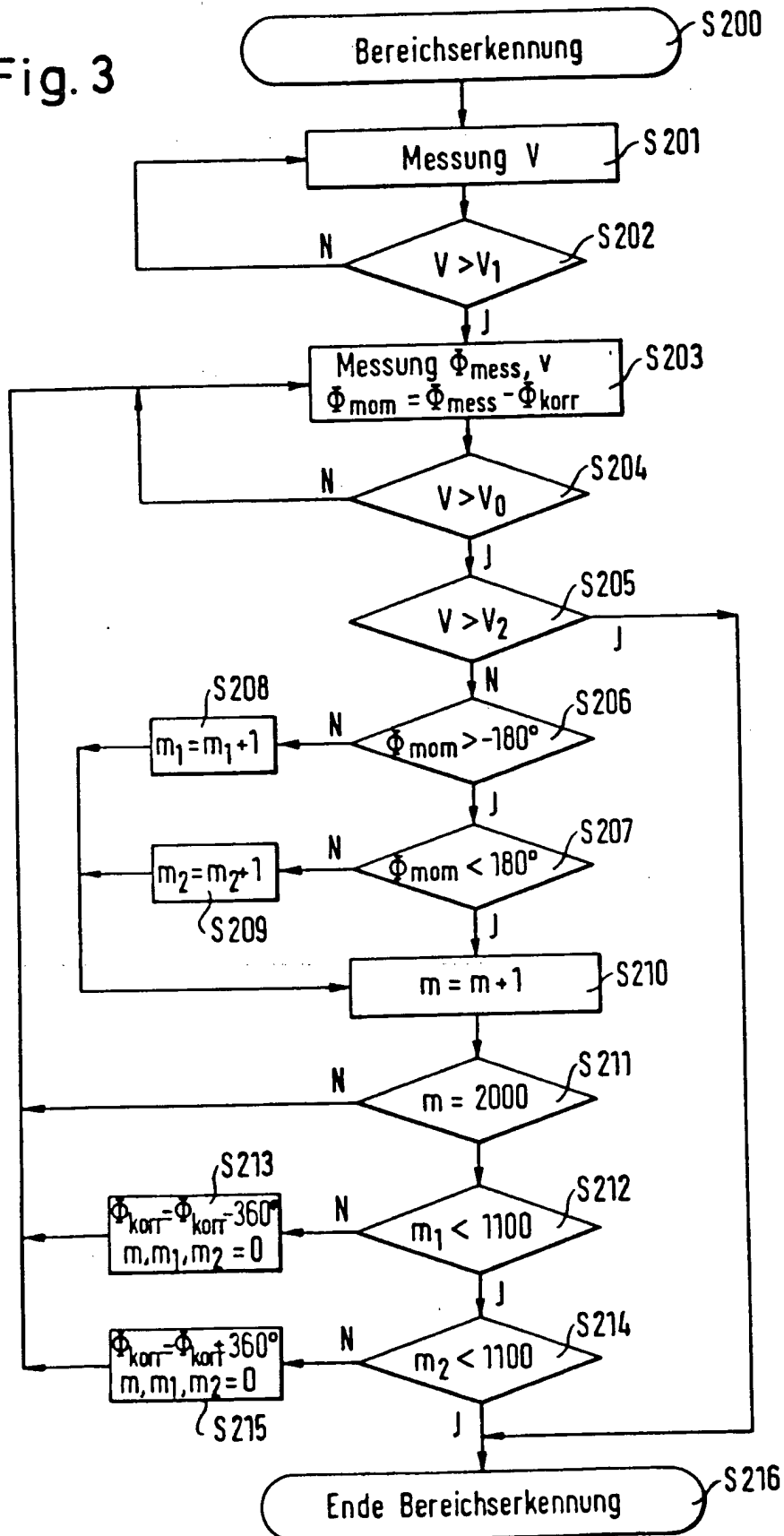


Fig. 4

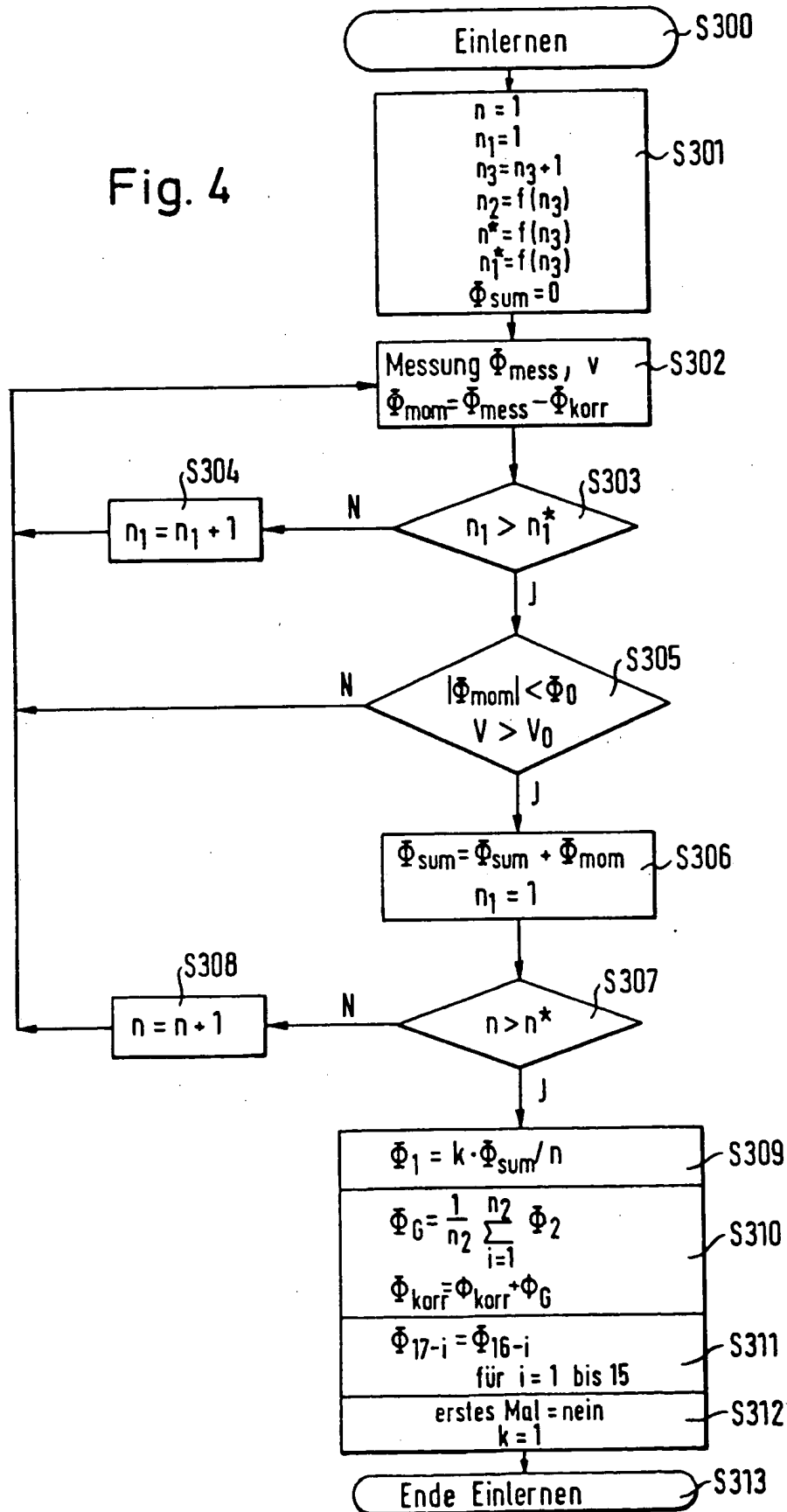


Fig. 5

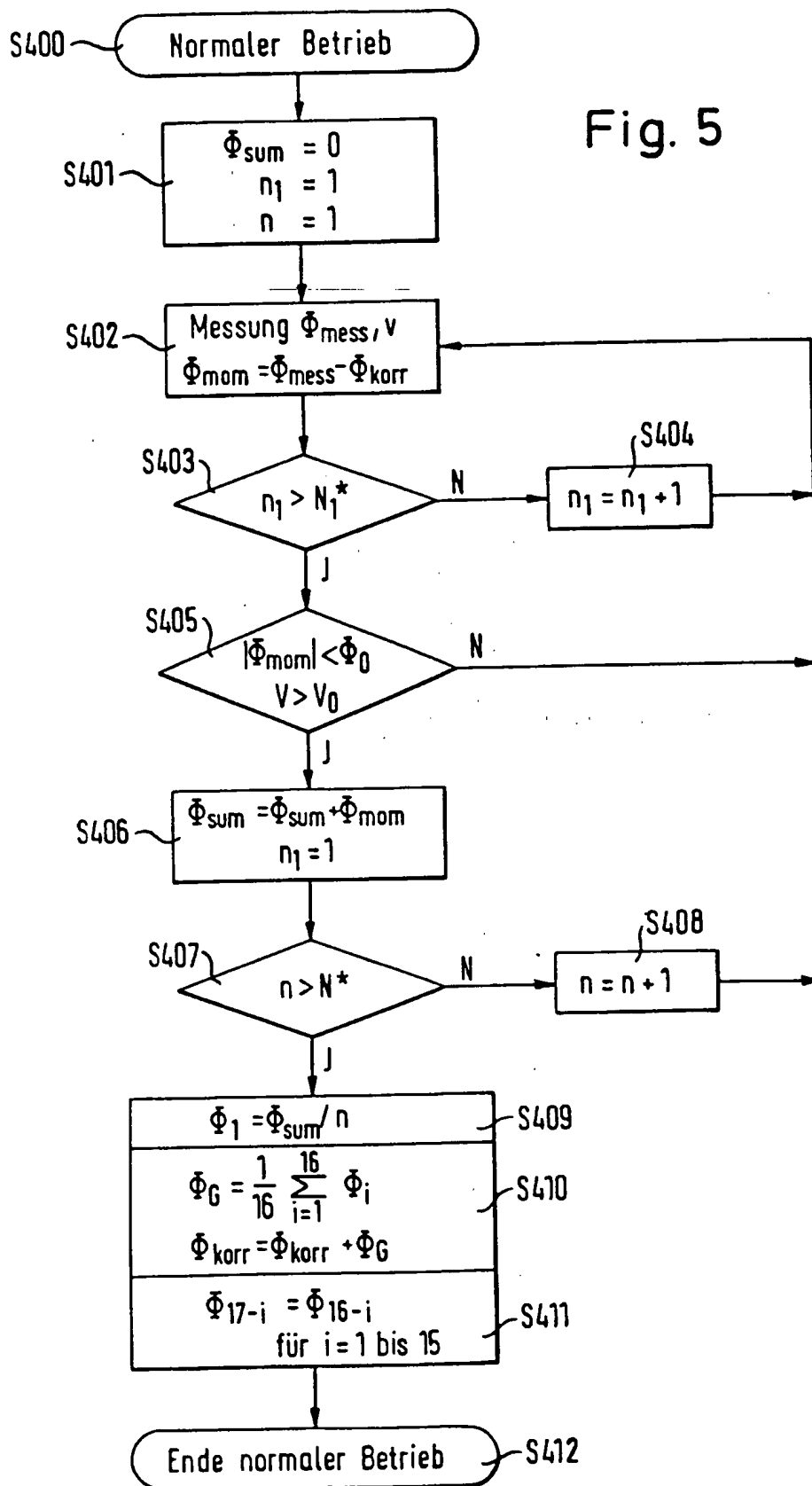


Fig. 6

